第 37 卷第 19 期 2017 年 10 月
生 态 学 报
ACTA ECOLOGICA SINICA
Vol.37,No.19 Oct.,2017

DOI: 10.5846/stxb201607191469
牛亚琼,王生林.甘肃省脆弱生态环境与贫困的耦合关系.生态学报,2017,37(19):6431-6439.
Niu Y Q, Wang S L.Research of the coupling relationship between the vulnerable ecological environment and poverty in Gansu Province.Acta Ecologica Sinica,2017,37(19):6431-6439.

甘肃省脆弱生态环境与贫困的耦合关系

牛亚琼,王生林*
甘肃农业大学经济管理学院,兰州 730070

摘要:保持生态环境与经济建设的协调发展是新阶段国家扶贫开发的重要策略之一。以甘肃省为例,运用系统耦合协调度理论,构建双系统发展多指标综合评价体系,对研究区 2000—2014 年脆弱生态环境与贫困评价得分、两者耦合协调度及时空分异进行测度和分析。结果表明:从时序角度看,甘肃省脆弱生态环境和贫困耦合协调度整体呈上升状态,受政策调整等因素的影响呈现低水平耦合协调、耦合协调度增长、高水平耦合协调生态环境滞后 3 个不同阶段;从空间分异角度看,甘肃省脆弱生态环境和贫困耦合协调度由东南向西北递增,耦合协调度空间分布不均衡,脆弱生态环境与贫困共生共存,需充分重视和保护贫困地区生态环境。

关键词:脆弱生态环境;贫困;耦合

Research of the coupling relationship between the vulnerable ecological environment and poverty in Gansu Province

NIU Yaqiong, WANG Shenglin*
Gansu Agricultural University Economic Management Institute, Lanzhou 730070, *China*

Abstract: Maintaining the coordinated correlation between the ecological environment and economic development is one of the important strategies in the initial stages of national poverty alleviation and development. Taking Gansu Province as a study area, we designed a dual system development multi-index comprehensive evaluation system based on the theory of system coupling coordination degree. Between 2000 and 2014, we measured and analyzed the scores of vulnerable ecological environment and poverty and the coupling degree and spatio-temporal variability in the study area. The vulnerable ecological environment and poor coupling degree of Gansu showed a general rising trend, but exhibited three stages that were affected by factors such as policy adjustment. From the point of view of spatio-temporal variability, the coupling degree of vulnerable ecological environment and poverty increased from the southeast to the northwest, whereas spatial distribution was unbalanced. Given that the vulnerable ecological environment coexists with poverty, the strategic significance of protecting the environment of poor areas should be given full consideration.

Key Words: vulnerable ecological environment; poverty; coupling

2011 年 11 月,国务院颁布的《中国农村扶贫开发纲要(2011—2020 年)》(以下简称“新纲要”)中明确提出“坚持扶贫开发与生态建设、环境保护相结合,促进经济社会与人口环境相协调”[1]。贫困地区往往面临生态环境脆弱和贫困的双重压力[2-5],由于在我国自然条件恶劣、自然资源匮乏和生态环境脆弱并且遭受严重

基金项目:甘肃省社科规划重大招标项目(12ZD08);甘肃农业大学青年导师基金项目(GAU-QNDS201304)
收稿日期:2016-07-19; **网络出版日期**:2017-05-27
* 通讯作者 Corresponding author.E-mail: wsl@gsau.edu.cn

破坏的地区居住着大多数贫困人口,因此,贫困问题也是个生态环境问题[6-7]。政府与学者在实现贫困地区的可持续发展,把扶贫和生态环境保护作为重要组成部分这一问题上已达成共识[8-12]。分析贫困地区脆弱生态环境与贫困之间的关系,是统筹地区扶贫开发与生态环境保护,实现贫困地区经济可持续发展的重要前提。

在相关研究中,对脆弱生态环境的研究学者们主要从区域识别方法、形成成因以及程度评价等几方面进行研究[13-18],如孙武等[13]从空间属性角度对生态环境脆弱带作了较全面的逻辑归纳,马骏等[16]对脆弱生态环境的定量评价方法进行了研究。在脆弱生态环境与贫困关系研究方面,Fabrice Declerck 指出可用生态学理论和工具提高扶贫效果,Janet A.Fisher[19]从生态与扶贫关系角度出发,运用框架理论分析的方法,得出研究扶贫必须承认社会分化,并能够知道生态限制,生态资源能防止贫困而不是减少贫困的结论。祁新华等[2,8-11,20]从社会学角度对二者的关系进行定性分析,一些学者还把生态环境脆弱县和贫困县作为研究对象,对两者的数量进行相关性研究[3-4]。综上所述,学者们定量分析探讨脆弱生态环境与贫困耦合关系的研究较少,并且研究区域多为全国,对生态环境脆弱和贫困问题严峻的西北内陆地区的研究尚属空白,研究内容多为证明“生态破坏-贫困-生态再破坏-再贫困”这一恶性循环,对如何打破这一恶性循环的研究较少。在上述背景下,本文选取西北内陆区在上述两方面都较为典型的欠发达省份——甘肃省作为研究对象,在构建脆弱生态环境与贫困评价指标体系的基础上,结合西部大开发以来的相关数据(2000—2014 年),运用耦合理论对两者的评价结果进行系统性时空分析,并围绕脆弱生态环境与贫困二者在达到协调发展之后,进入生态环境保护治理和贫困减少的良性循环展开讨论,为甘肃省改善生态环境、推进精准扶贫有效实施提供理论依据。

1 研究区概况

甘肃省位于我国西北内陆,地理坐标为 93 °28 ′—108 °44 ′E、32 °36 ′—42 °48 ′N,面积约 45.4 万 km^2,地势呈西北-东南走向的狭长哑铃状分布,区内地貌类型复杂多样,高原山地多,沙漠戈壁分布广。全区跨亚热带、暖温带、中温带和高原气候区 4 个温度带,包括干旱半干旱、湿润半湿润 4 个干湿区,气候类型比较复杂,因此导致甘肃省自然环境多样且脆弱,水土流失和土地荒漠化均较严重。区内降水稀少,大部分地区处于干旱地带,水资源条件差。甘肃省复杂的地理环境和恶劣的自然条件导致冻、旱、涝、雹、滑坡、泥石流等自然灾害频繁发生,再加上人为因素,使生态环境不断恶化。研究区共 81 个县,其中生态环境强度脆弱县 3 个,高度脆弱县 16 个,中度脆弱县 35 个,由此可见该区域研究在生态环境方面具有代表意义;从扶贫开发角度考虑,全省共有 43 个国家级扶贫开发重点县,占县级行政单位的 1/2,是国家新时期扶贫开发重点区域里涉及的省份之一。截止 2015 年年底,甘肃省贫困人口仍有 317 万,贫困发生率高达 15%,在扶贫省份中极具代表性。甘肃省内部发展差异大,贫困成因复杂,贫困程度深,贫困范围广,区内城市与乡村的发展差距较大,尤其是深山以及高山地区发展困难,经济发达城市对周边欠发达地区的辐射带动作用较弱,农业发展单一,旅游业等当地特色产业的开发利用程度低,贫困地区基础设施整体落后,城乡二元结构显著。综合来看,研究甘肃省脆弱生态环境与贫困之间的关系具有一定的必要性。

2 研究方法和数据来源

耦合(coupling)概念来自物理学,是指两个(或两个以上)体系或运动形式之间通过各种相互作用而彼此影响的现象[21],本文中脆弱生态环境与贫困间的耦合关系指脆弱生态环境与贫困二者相互影响、相互协调、相互促进而产生的互动作用过程。耦合度用于度量系统内各要素之间的协调发展程度,因而脆弱生态环境与贫困双系统通过各自的耦合因素互相产生作用的程度可定义为脆弱生态环境-贫困耦合度,脆弱生态环境与贫困相互影响、相互制约构成的耦合交互体。

2.1 耦合度与耦合协调度模型

对耦合度的计算,采用物理学中容量耦合概念及耦合计算模型,多个系统相互作用的耦合度模型为 $C = \left\{(U_1 \times U_2 \times \cdots \times U_m) / \left[\prod (U_i + U_j)\right]\right\}^{1/n}$,$i \neq j$ 且 $i,j \leqslant m$。由于本文只涉及脆弱生态环境与贫困两个子系

统,因而 $n=2$,耦合度函数可直接表示为:

$$C = \sqrt{\frac{U_1 \times U_2}{U_1 + U_2}} \tag{1}$$

式中,U_1、U_2分别为甘肃省脆弱生态环境指数和贫困指数,C 的取值范围为 0 到 1,当 $C=1$ 时两者耦合度最大,当 $C=0$ 时两者耦合度最小。作为反映甘肃省脆弱生态环境与贫困耦合程度的重要指标,耦合度对判断在特定时间、空间下系统间耦合作用的强度具有重要作用,但是耦合度却很难反映区域脆弱生态环境与贫困之间的整体优劣协调程度,因此,有必要构建脆弱生态环境与贫困的耦合协调度模型:

$$D = \sqrt{C \times T} \tag{2}$$

$$T = aU_1 + bU_2 \tag{3}$$

式中,D 为耦合协调度,反映脆弱生态环境和贫困之间协调发展水平;C 为耦合度,T 是脆弱生态环境与贫困的综合评价指数,在实际应用中,为保证 $D \in (0,1)$,最好使 $T \in (0,1)$,a、b 为待定系数,由于环境系统与经济系统同等重要,因此 a、b 同取 0.5。本文参考李涛等耦合协调研究,将耦合协调度 D 划分为四类:失调衰退区($0 \leqslant D \leqslant 0.4$)、过渡调和区($0.4 \leqslant D \leqslant 0.5$)、协调发展区($0.5 \leqslant D \leqslant 0.8$)、极度协调区($0.8 \leqslant D \leqslant 1$),在此基础上,结合两大系统的得分($U_1$、$U_2$),设置其关系判别特征(表 1),从而确定两系统的耦合协调关系。

表 1　脆弱生态环境与贫困耦合协调发展分类和判别标准

Table 1　Classification and criteria for the coordinated development of vulnerable ecological environment and poverty

协调发展区间 Coordinated development interval	耦合协调类型 Coupling coordination type	系统得分对比 System score comparison	关系判别特征 Relation discriminant feature
$0 \leqslant D \leqslant 0.4$	失调衰退	$0<U_1/U_2 \leqslant 0.3$	脆弱生态环境严重滞后
		$0.3<U_1/U_2 \leqslant 0.5$	脆弱生态环境比较滞后
$0.4<D \leqslant 0.5$	过渡调和	$0.5<U_1/U_2 \leqslant 1.0$	脆弱生态环境轻度滞后
		$U_1/U_2=1.0$	同步发展
$0.5<D \leqslant 0.8$	协调发展	$1<U_1/U_2 \leqslant 1.5$	贫困轻度滞后
		$1.5<U_1/U_2 \leqslant 2.0$	贫困比较滞后
$0.8<D \leqslant 1.0$	极度协调	$2.0<U_1/U_2 \leqslant 3.0$	贫困严重滞后
		$U_1/U_2>3.0$	贫困极度滞后

D:耦合协调度 Coupling coordination;U_1:脆弱生态环境指数 Fragile eco-environmental index;U_2:贫困指数 Poverty index

2.2　评价指标体系构建和权重的确定

由于脆弱生态环境内涵包括生态环境结构性脆弱和生态环境胁迫性脆弱两方面的内容,贫困内涵包括生存状态和发展状态两方面内容,因此在评价指标选择上也要兼顾二者。脆弱生态环境、贫困及其耦合协调关系研究为可持续发展研究范畴,相关指标体系的构建和模型研究已比较成熟[21-24]。本文在全面性、主导性、可操作性及数据的可获取性等原则的指导下,根据脆弱生态环境、贫困内涵,借鉴 OECD 可持续发展指标体系,结合甘肃省实际情况,参照现有生态环境和贫困方面文献中的指标体系,从结构型脆弱生态环境和胁迫性脆弱生态环境两方面构建甘肃省生态环境脆弱性指标体系,从经济贫困和社会贫困两个方面构建甘肃省人类社会经济贫困指标,最终选取 12 项甘肃省脆弱生态环境测度指标以及 11 项甘肃省人类社会经济贫困综合水平测度指标(表 2)。特别说明的是本文采取逆向测度法对脆弱生态环境与贫困进行评价,即计算出的评价指数数值越小,表明生态环境越脆弱,贫困程度越深,反之,评价指数数值越大,表明生态环境得到保护治理及恢复,减贫成效显著。

两系统各项指标权重计算采用熵权法。熵权法可避免层次分析法主观赋权的随意性,不受赋权人偏好影响。计算公式如下:

表 2 甘肃省生态环境脆弱性与贫困性耦合关系测度指标体系

Table 2 The index system of coupling relationship between eco-environmental vulnerability and poverty in Gansu Province

指标类 Index types	指标群 Index group	指标种 Index species	指标 Indexes
生态环境脆弱性指标 Eco-environmental vulnerability indicators	结构型脆弱生态环境指标	环境条件 X_1	x_1年降水量(mm)、x_2荒漠化面积(万 hm^2)、x_3水土流失治理面积(千 hm^2)、x_4森林覆盖率(%)
	胁迫性脆弱生态环境指标	人口压力 X_2	x_5人口密度(人/km^2)、x_6人口自然增长率(‰)、x_7年末常用耕地面积(千 hm^2)
		污染排放 X_3	x_8废水排放总量(万 t)、x_9工业固体废物排放量(万 t)、x_{10}二氧化硫排放量(万 t)
		能耗情况 X_4	x_{11}单位 GDP 能耗(t 标准煤/万元)、x_{12}单位 GDP 水耗(亿 m^3/亿元)
人类社会经济贫困性指标 Human socioeconomic poverty index	经济贫困指标	经济实力 X_5	y_1GDP 增长率(%)、y_2工业增加值(亿元)、y_3固定资产投资(亿元)、y_4人均 GDP(元)、y_5第三产业占 GDP 比重(%)
	社会贫困指标	社会福利 X_6	y_6贫困发生率(%)、y_7在岗职工人数(万人)、y_8财政支出中社会保障和就业支出(亿元)
		教育状况 X_7	y_9文盲人口占 15 岁及以上人口比例(%)、y_{10}财政支出中文教科卫事业费(亿元)、y_{11}人力资本(%)

数据标准化处理:

正项指标 $$X_{ij} = X_{ij} - \min(X_{ij})/\max(X_{ij}) - \min(X_{ij})$$

逆向指标 $$X_{ij} = \max(X_{ij}) - X_{ij}/\max(X_{ij}) - \min(X_{ij})$$

第 i 年第 j 项指标权重 $$Y_{ij} = X_{ij}/\sum_{i=1}^{m} X_{ij}$$

第 j 项指标的熵值 $$e_j = -k\sum_{i=1}^{m} y_{ij}\ln y_{ij}$$

第 j 项指标冗余度 $$d_j = 1 - e_j$$

第 j 项指标权重 $$W_j = d_j/\sum_{i=1}^{n} d_j$$

计算单个指标的评价得分 $$s_{ij} = w_j \times X_{ij}$$

计算第 i 个被评价对象综合水平得分

$$s_i = \sum_{j=1}^{n} s_{ij}$$

式中,X_{ij}为第 i 年第 j 项评价指标的值,$\max(X_j)$为所有样本年中第 j 项评价指标的最大值,$\min(X_j)$为所有样本年中第 j 项评价指标的最小值,$k = 1/lnm$,其中 m 表示评价年数,n 表示指标数。根据上述计算指标权重的步骤,确定甘肃省 2000—2014 年 12 项生态环境脆弱性指标和 11 项人类社会经济贫困性指标的权重(表 3)。

2.3 数据来源

本文所用数据主要来源于中国经济与社会发展统计数据库,部分数据由文章和报道等二手数据得来,个别年份数据的缺失采用相邻年份值插值法补齐,1998 年水土流失治理面积用临近两年数值的均值对数据中缺项进行填充;2014 年人口密度用年末总人口(常住人口)比甘肃省国土面积求得;2014 年年末常用耕地面积用简单移动平均法填充;1998—2004 单位 GDP 能耗用

表 3 甘肃省生态环境脆弱性与贫困性耦合关系测度指标的权重

Table 3 The weight of the measure index of the coupling relationship between the ecological environment vulnerability and poverty in Gansu Province

生态环境脆弱性指标 Eco environmental vulnerability index		人类社会经济贫困性指标 Poverty index of human social economy	
指标	权重	指标	权重
x_1	0.0714	y_1	0.0873
x_2	0.0536	y_2	0.0799
x_3	0.0947	y_3	0.0984
x_4	0.0991	y_4	0.0867
x_5	0.0947	y_5	0.0956
x_6	0.0801	y_6	0.0942
x_7	0.0536	y_7	0.0899
x_8	0.0983	y_8	0.0989
x_9	0.0763	y_9	0.0891
x_{10}	0.0996	y_{10}	0.0959
x_{11}	0.0972	y_{11}	0.0841
x_{12}	0.0814		

能耗消费总量(吨标准煤)比工业总产值计算得出;单位 GDP 水耗由用水总量(亿 m^3)比 GDP 总产值(亿元)得到,GDP 值均经过可比价换算;贫困发生率由贫困人口数占常住人口的比重计算得出;人力资本用普通中等学校在校生数和普通高等学校在校生数之和占总常住人口的比重求得。

3　甘肃省脆弱生态环境与贫困耦合协调实证分析

3.1　甘肃省脆弱生态环境与贫困的耦合协调性时序分析

根据熵权法计算的权重逐级代入式(1)和式(2),得出甘肃省脆弱生态环境和贫困的评价指数,通过系统耦合模型得出结果(表 4)。从时间序列角度分析甘肃省脆弱生态环境与贫困耦合度及耦合协调度变化,可清晰描述二者的相互作用程度。2000—2014 年,甘肃省脆弱生态环境与贫困的耦合协调度呈现出一个不断完善的过程,从 2000 年的 0.2355 上升至 2014 年的 0.6293,协调发展类型由 2000 年的"失调衰退贫困严重滞后"至 2014 年的"协调发展生态环境轻度滞后",表明自 2000 年起,甘肃脆弱生态环境与贫困保持良性互动,两者的关系从失调衰退的磨合期提升至协调适应发展期。

表 4　2000—2014 年甘肃省脆弱生态环境与贫困耦合协调数值

Table 4　Numerical simulation of the coupling of vulnerable ecological environment and poverty in Gansu province from 2000 to 2014

时间 Time	脆弱生态环境指数 U_1 Fragile environment index U_1	贫困指数 U_2 Poverty index U_2	耦合度 C Coupling degree C	协调度 D Coordination degree D	基本发展类型 Basic development types
2000	0.2368	0.1029	0.4516	0.2355	失调衰退贫困严重滞后
2001	0.2673	0.1228	0.4697	0.2821	失调衰退贫困严重滞后
2002	0.2759	0.1306	0.4721	0.3158	失调衰退贫困严重滞后
2003	0.2799	0.2162	0.4385	0.3099	失调衰退贫困轻度滞后
2004	0.3019	0.1644	0.4450	0.2914	失调衰退贫困比较滞后
2005	0.3995	0.2471	0.4548	0.3269	失调衰退贫困比较滞后
2006	0.4102	0.2885	0.4857	0.3754	失调衰退贫困轻度滞后
2007	0.3953	0.3236	0.4917	0.3912	失调衰退贫困轻度滞后
2008	0.4996	0.3198	0.4732	0.4843	过渡调和贫困比较滞后
2009	0.4747	0.4278	0.4848	0.4997	过渡调和贫困轻度滞后
2010	0.5428	0.5105	0.4876	0.5073	协调发展贫困轻度滞后
2011	0.5905	0.5814	0.4889	0.5547	协调发展贫困轻度滞后
2012	0.6098	0.6995	0.4958	0.6018	协调发展生态环境轻度滞后
2013	0.7531	0.8205	0.4926	0.6166	协调发展生态环境轻度滞后
2014	0.7826	0.8998	0.4905	0.6293	协调发展生态环境轻度滞后

根据脆弱生态环境与贫困双系统耦合协调度演进的具体变化,并根据耦合协调度的划分标准,甘肃省"脆弱生态环境-贫困"双系统 2000—2014 年协调发展进程可划分为 3 个阶段(图 1)。

低水平耦合协调阶段:2000—2004 年。甘肃省脆弱生态环境与贫困双系统耦合度值在 0.4516—0.4721 之间,总体水平偏低,脆弱生态环境与贫困关系显著,而在此阶段二者协调度都小于 0.4,属于"失调衰退贫困滞后"型,且多数年份属于"失调衰退贫困严重滞后"。贫困系统评价指数增长缓慢,且在 2004 年呈现下降趋势,总体上贫困评价指数远低于脆弱生态环境评价指数。期间西部大开发战略的实施使得甘肃省固定资产投资大幅增加,促进了煤炭,电力、石油等能源工业与基础设施建设的发展,但由于甘肃省大多数贫困人口分布在山大沟深,自然条件恶劣的边远地区,这些贫困地区基础设施落后,其他产业发展严重不足,靠天吃饭为其主要生存方式,因此农户在依赖水土等自然资源的情况下,随着人口的增加不断加大对环境的破坏,导致生态环境评价指数增速缓慢,平均增速仅为 0.27263。这一时期甘肃省已实施"两西"建设、全面扶贫和"八七"扶贫,到 2000 年底,甘肃省农村绝对贫困人口为 196.03 万人,由此可见甘肃省的贫困人口数依旧很大,同时由

于甘肃省经济基础差,各种因素使甘肃省贫困指数在2002—2004年下降,导致两系统耦合协调度呈负增长,两系统处于严重失调衰退状态,并且两者存在恶性共振,脆弱的生态环境加深贫困程度,贫困也使得脆弱生态环境遭到更大的破坏,两系统处于"贫困-破坏生态环境-贫困"这一恶性循环中。

耦合协调度增长阶段:2004—2012年。甘肃省脆弱生态环境与贫困两系统耦合协调度逐年上升呈高速增长的态势,耦合度的增长呈现"倒U"型变化。这一时期两系统由"失调衰退贫困比较滞后型"过渡到"过渡调和贫困轻度滞后型",年均增幅为0.0876,高于2000—2014年平均0.0598的增幅。自2004年起,甘肃省脆弱生态环境指数 U_1 与贫困指数 U_2 逐年缓慢增长,但二者分别在2007年和2004年出现轻微的下跌趋势,在2008年和2005年恢复前期发展水平,这一阶段两系统耦合度与协调度的差距较小,说明生态环境和贫困减少均有好转,各方开始重视保护环境,与此同时,进入新世纪以来参与式整村推进扶贫使甘肃省绝对贫困人口由196万人减少到149万人,低收入贫困人口由560万人减少至355万人,2004年以后甘肃省致力于发展第三产业,"三废"排放量减少,从而使环境质量随经济的发展得到轻微改善,生态环境的改善与贫困人口减少表明甘肃省开始打破"贫困-破坏生态环境-贫困"的恶性循环。贫困评价指数的变化体现出其整体稳定性较差,易受外部政策调整和自然灾害的影响,且恢复周期长等诸多不足之处,如2008年双系统耦合度值呈下降趋势,贫困评价指数也随之下降,究其原因则为2008年汶川地震造成甘肃省部分地区受灾严重,返贫人口迅速增加。自2004年后,"脆弱生态环境-贫困"耦合协调度虽然缓慢上升,但由于受内外部环境的影响,直至2008年耦合度和耦合协调度为0.4732和0.4843,处于"过渡调和贫困比较滞后"状态,两系统之间的协调仍然在磨合期。

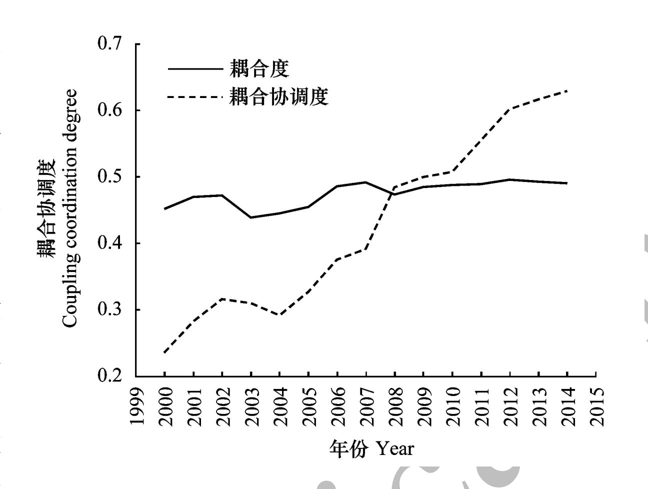


图1 2000—2014年甘肃脆弱生态环境与贫困耦合性演变

Fig.1 Coupling evolution of vulnerable ecological environment and poverty in Gansu from 2000 to 2014

高水平耦合协调生态环境滞后阶段:2012—2014年。脆弱生态环境评价指数 U_1 和贫困评价指数 U_2 持续上升,两系统进入协调发展阶段,并且贫困评价指数 U_2 超过脆弱生态环境评价指数 U_1,脆弱生态环境轻度滞后。该时段内,甘肃省反贫困已进入到一个更高层次上的扶贫开发阶段,"双联"行动和"1236"扶贫攻坚行动计划提高了贫困人口的脱贫速度,政府大量扶贫资金的投入推进了贫困地区基础设施及扶贫产业化的建设与发展,使贫困地区农户的生计发展取得了一定的效果,特别是2014年精准扶贫的提出,使扶贫瞄准更精准化,扶贫成效显著,这些因素是贫困评价指数 U_1 持续上升的原因。与此同时,甘肃省积极推进环境友好型社会建设,森林和草场面积在贫困地区有所增加,改善了贫困地区的生态环境,部分工业认识到生态的重要性,开展了环境治理和修复,生态环境随之改善,促使生态环境与贫困两系统关联性加强,由第一阶段的失调衰退状态提升至协调发展状态,两系统已打破贫困恶性循环,进入生态恢复和贫困减少的良性循环。

3.2 甘肃省脆弱生态环境与贫困耦合协调性的空间分布

由于甘肃省地势狭长,境内有三大流域和四大气候类型,内部差异极大,且省级时间序列的比较与市级空间比较有所差异。因此,在对甘肃省整体脆弱生态环境与贫困耦合时序分析的基础上,需进一步细化比较市级空间各比重类型的指标,以更好地横向比较甘肃生态环境与贫困情况。本文采用2014年甘肃省所辖14个市州作为横向对比单元,以期获得甘肃省各市州脆弱生态环境与贫困状况及其两大系统耦合协调性的空间格局。通过系统耦合度模型计算得出2014年甘肃省各市州脆弱生态环境与贫困的综合评价指数、耦合度和协调度(表5),运用CorelDRAW X7软件将14个市州耦合协调度划分为3种类型:失调衰退-贫困滞后型,过渡调和-生态环境滞后和贫困滞后兼有型,协调发展-生态环境滞后型(图2)。

表 5　2014 年甘肃省各地脆弱生态环境与贫困耦合度及协调度

Table 5　Coupling degree and coordination degree of vulnerable ecological environment and poverty in Gansu Province in 2014

区域 Region	脆弱生态环境指数 U_1 Fragile environment index U_1	贫困指数 U_2 Poverty index U_2	耦合度 C Coupling degree C	协调度 D Coordination degree D	耦合协调发展类型 Coupling coordinated development type
陇南	0.2986	0.1106	0.4116	0.3154	贫困滞后
天水	0.3012	0.1098	0.4273	0.3396	贫困滞后
定西	0.2925	0.1094	0.4287	0.3785	贫困滞后
临夏	0.2726	0.1000	0.4157	0.3639	贫困滞后
甘南	0.2419	0.1312	0.4053	0.3827	贫困滞后
兰州	0.2556	0.3422	0.4358	0.4204	生态环境滞后
白银	0.3029	0.3147	0.4264	0.4458	生态环境滞后
平凉	0.3001	0.2860	0.4096	0.4600	贫困滞后
庆阳	0.3258	0.3014	0.4159	0.4528	贫困滞后
武威	0.2986	0.3211	0.4200	0.5024	生态环境滞后
金昌	0.3028	0.3245	0.4126	0.5113	生态环境滞后
张掖	0.3463	0.3655	0.4207	0.5142	生态环境滞后
嘉峪关	0.3385	0.3919	0.4311	0.5203	生态环境滞后
酒泉	0.3574	0.3928	0.4325	0.5159	生态环境滞后

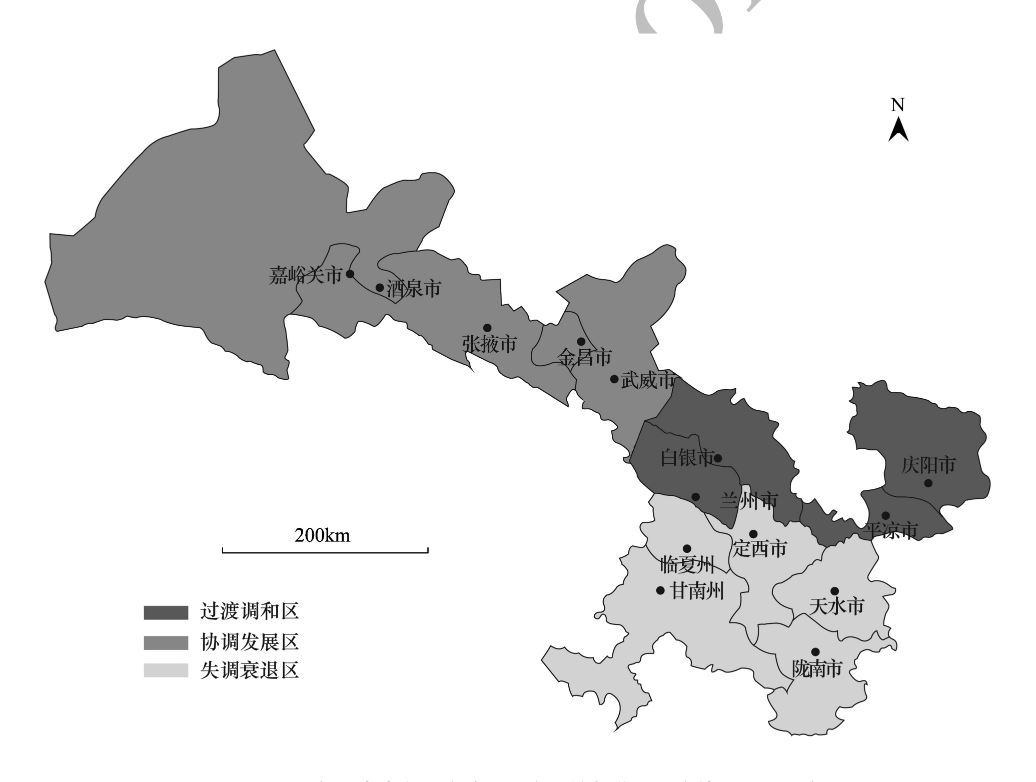


图 2　2014 年甘肃省各州市脆弱生态环境与贫困耦合协调空间分布

Fig.2　The spatial distribution of the coupling coordination of vulnerable ecological environment and poverty in Gansu Province in 2014

失调衰退-贫困滞后型在空间上主要分布在陇中和陇南集中连片特困区,包含陇南、天水、定西、临夏和甘南 5 个市州,该 5 市州的贫困指数评价得分均低于生态环境指数评价得分,贫困严重滞后。高因灾返贫率是造成上述地区耦合协调类型失调衰退且贫困滞后的主要原因。由于陇南地区多与高山、丘陵相伴随,这种地形决定了耕地数量少,农业的自然条件差。陇中的脆弱生态环境造成农业生产条件恶劣,土地的单位产出低及总产量少使以农业为主要收入的当地农户收入也随之减少,贫困地区粗放的发展路径更是加剧了生态退

化,加上城市低端工业污染大,使本来就已十分脆弱的生态环境更加脆弱。

过渡调和-生态环境滞后和贫困滞后兼有型在空间上主要分布在甘肃省中部及陇东,包含兰州、白银、平凉和庆阳 4 个市。其中,兰州和白银属于过渡调和-生态环境滞后型城市,平凉和庆阳属于过度调和-贫困滞后型城市。兰州贫困指数综合评价排名第 4 位,而脆弱生态环境指数综合评价得分在 14 市州中排名第 13 位,说明兰州生态环境破坏程度十分严重,两系统发展极不平衡。兰州市大气污染源来自各种燃煤、燃油设备排放的烟尘废气,西固区石油化工业在生产过程中排放的工业废水排放到黄河或渗入地下水体,直接污染当地水环境;位于腾格里沙漠向黄土高原过渡地带的白银市,水土流失严重,森林覆盖率低,生态环境非常脆弱,作为典型的资源型城市,白银市各种有色金属冶炼及加工为主的重工业污染物排放量大,加上环保历史欠账多,生态环境极其恶劣,这是白银市生态环境指数评价得分在 14 市州中排名低的原因;平庆地区是六盘山区陇东黄土高原沟壑区,集革命老区、民族地区和贫困地区于一体,是甘肃省贫困人口分布最广的地区之一。由于该区脱贫基础太脆弱,抗御自然灾害的能力比较差,不少贫困县多年来一直存在一种"扶贫、脱贫、再返贫"的发展现象。

协调发展-生态环境滞后型在空间上分布在甘肃省内陆河流域的河西五市,包含酒泉、嘉峪关、张掖、金昌和武威,该区域社会经济发展的最大制约因素为水资源的短缺。区内城市大部分是甘肃省经济发达城市,经过多年经济建设和脱贫政策的实施,实现了经济的持续增长及贫困人口的减少,生态环境与贫困之间互相缓解、协调发展作用明显。但由于大型化工企业过度开采资源,致使该区生态环境相对滞后,应加强治理使生态环境良性发展。

4 结论

本文以系统耦合协调度理论为基础,构建了甘肃省脆弱生态环境与贫困评价指标体系与逆向测度模型,通过计算耦合度及耦合协调度,以时空角度研究甘肃省脆弱生态环境与贫困之间的耦合协调状况,得出以下结论。第一,从时序角度看,甘肃省脆弱生态环境与贫困的耦合协调度整体呈上升趋势,经历 3 个发展阶段后由最初的失调衰退贫困严重滞后型提升至协调发展生态环境轻度滞后型。甘肃脆弱生态环境与贫困耦合性演变表明脆弱生态环境会导致贫困发生,相反贫困也会加重生态环境破坏,两系统若无法协调发展,则贫困地区人口将难以在"贫困-破坏生态环境-贫困"这一恶性循环中脱贫,当地脆弱的生态环境也将遭到更深破坏。因此在甘肃省扶贫开发过程中要加强扶贫与生态环境保护的关联性,从两者互动机制出发,把治理生态环境作为扶贫开发的前提,避免脆弱生态环境吞噬经济发展带来的成绩,进而使尚未脱贫的人口再次返贫。第二,从空间分布看,甘肃省脆弱生态环境与贫困两系统耦合协调度非均衡性显著,具体表现为由东南向西北递增,各市州所处区位和经济基础等因素的综合差异是造成二者空间差异的重要原因,主要原因是生态保护与扶贫开发脱节。脆弱生态环境与贫困耦合协调度空间分布从整体上考察两者的综合发展水平,甘肃省西部河西五市耦合协调度高,说明两者综合发展水平高,生态环境治理同扶贫开发协调程度好,两系统相互促进良性发展;陇中和陇南集中连片特困区耦合协调度较低,说明两系统相互遏制,或一方阻碍限制另一方,恶性循环。甘肃省脆弱生态环境与贫困共生共存,在今后扶贫攻坚中应该充分重视生态环境治理与保护,提高两者协调程度,并通过治理当地生态环境达到减少贫困的目的。

参考文献(References):

[1] 曹诗颂, 赵文吉, 段福洲. 秦巴特困连片区生态资产与经济贫困的耦合关系. 地理研究, 2015, 34(7): 1295-1309.

[2] 祁新华, 叶士琳, 程煜, 林荣平. 生态脆弱区贫困与生态环境的博弈分析. 生态学报, 2013, 33(19): 6411-6417.

[3] 屈明, 倪九派, 彭静耘, 魏朝富, 谢德体. 老库区反贫困与生态环境的可持续性——以四川省大洪河水库邻水县库区为例. 生态学报, 2006, 26(12): 4225-4233.

[4] 周毅, 李旋旗, 赵景柱. 中国典型生态脆弱带与贫困相关性分析. 北京理工大学学报, 2008, 28(3): 260-262.

[5] 程宝良, 高丽. 西部脆弱环境分布与贫困关系的研究. 环境科学与技术, 2009, 32(2): 198-202.

[6] 安树民, 张世秋. 中国西部地区的环境——贫困与产业结构退化. 预测, 2005, 25(1): 14-18.
[7] WCED (World Commission on Environment and Development). Our Common Future. Oxford: Oxford University Press, 1987.
[8] Lélé S M. Sustainable development: A critical review. World Development, 1991, 19(6): 607-621.
[9] World Bank. World Development Report 1992: Development and the Environment. Oxford: Oxford University Press, 1992.
[10] Forsyth T, Leach M, Scoones I. Poverty and Environment: Priorites for Research and Policy: An Overview Study, Prepared for the United Nations Development Programme and European Commission. Brighton,UK: Sussex Academic Press, 1998.
[11] Osuntogun A. Applied Poverty-environment Indicators: The Case of Nigeria. Report Submitted to the Environment Department. Washington DC: World Bank, 2002..
[12] Gray L C, Moseley W G. A geographical perspective on poverty-environment interactions. The Geographical Journal, 2005, 171(1): 9-23.
[13] 孙武, 南忠仁. 生态脆弱带内部空间分异结构与脆弱度划分. 生态学报, 2002, 22(4): 445-451.
[14] 徐广才, 康慕谊, 贺丽娜, 李亚飞, 陈雅如. 生态脆弱性及其研究进展. 生态学报, 2009, 29(5): 2578-2588.
[15] 王瑞燕, 赵庚星, 周伟, 姜曙千, 秦元伟. 县域生态环境脆弱性评价及其动态分析——以黄河三角洲垦利县为例. 生态学报, 2009, 29(7): 3790-3799.
[16] 马骏, 李昌晓, 魏虹, 马朋, 杨予静, 任庆水, 张雯. 三峡库区生态脆弱性评价. 生态学报, 2015, 32(21): 7117-7129.
[17] 蔡海生, 陈美球, 赵小敏. 脆弱生态环境脆弱度评价研究进展. 江西农业大学学报: 自然科学版, 2003, 25(2): 270-275.
[18] 周嘉慧, 黄晓霞. 生态脆弱性评价方法评述. 云南地理环境研究, 2008, 20(1): 55-59, 71-71.
[19] Fisher J A, Patenaude G, Meir P, Nightingale A J, Rounsevell M D A, Williams M, Woodhouse I H. Strengthening conceptual foundations: analysing frameworks for ecosystem services and poverty alleviation research. Global Environmental Change, 23(5): 1098-1111.
[20] 佟玉权,龙花楼. 脆弱生态环境耦合下的贫困地区可持续发展研究. 中国人口、资源与环境, 2003, 13(2): 47-51.
[21] 王新. 贫困地区经济与环境互动机理研究——以甘肃省定西地区为例. 中国生态农业学报, 2004, 12(3): 5-8.
[22] 蔡海生, 张学玲, 周丙娟. 生态环境脆弱性动态评价的理论与方法. 中国水土保持, 2009, (2): 18-22.
[23] 彭建, 王仰麟, 吴健生, 张玉清. 区域生态系统健康评价——研究方法与进展. 生态学报, 2007, 27(11): 4877-4885.
[24] 刘焱序, 彭建, 汪安, 谢盼, 韩忆楠. 生态系统健康研究进展. 生态学报, 2015, 35(18): 5920-5930.